

## Aggregation-preventing wide-spectrum nanometer antibiotic silver yarn and its industrial production process

**Publication number:** CN1322874

**Publication date:** 2001-11-21

**Inventor:** ZHU HONGJUN (CN)

**Applicant:** ZHU HONGJUN (CN)

**Classification:**


- international: **D02G3/44; D06M11/83; D02G3/44; D06M11/00;** (IPC1-7): D06M11/83; D02G3/44

- European:

**Application number:** CN20011015422 20010425

**Priority number(s):** CN20011015422 20010425

**Also published as:**

 CN1183285C (C)

**Report a data error here**

### Abstract of **CN1322874**

Superfine silver grains of 1-100 nm size are attached to yarn of animal or plant fabric material, and the superfine silver grains are coated by one 2-8 nm thick silver oxide layer. The nanometer silver yarn produced via aggregation preventing process has extremely strong and wide-spectrum antibiotic capacity and no toxicity, irritation, allergic reaction and drug resistance. It may be used in weaving various antibiotic fabric for medical and health purpose.

---

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl<sup>7</sup>

D06M 11/83

D02G 3/44



# [12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 01115422.5

[45] 授权公告日 2005 年 1 月 5 日

[11] 授权公告号 CN 1183285C

[22] 申请日 2001.4.25 [21] 申请号 01115422.5

[71] 专利权人 朱红军

地址 200000 上海市长宁区法华镇 236 号

共同专利权人 朱 骊

[72] 发明人 朱红军

审查员 高德洪

[74] 专利代理机构 北京市广友专利事务所

代理人 张德胜

权利要求书 1 页 说明书 10 页 附图 2 页

[54] 发明名称 一种防集聚广谱抗菌纳米银纱线的产业化制作方法

[57] 摘要

本发明公开了一种防集聚广谱抗菌纳米银纱线及产业化制作工艺,包括在天然动、植物纺织材料制成的纱线上牢固地附着超微粒银,其粒径为 1~100 纳米,该超微粒银的表层为 2~8 纳米的氧化银,核心为元素银。本发明采用防集聚技术制作出来的纳米银纱线,它具有极强的抗菌能力和广谱抗菌性,遇水杀菌力更强、无毒性、刺激性、过敏性和耐药性,并可织造成具有抗菌功能的医用、保健的各种针、纺织品和无纺制品。

ISSN 1008-4274

1、一种防集聚广谱抗菌纳米银纱线的产业化制作方法，其特征在于包括药剂的配制、对纱线喷药剂、在反应釜中连续加入分散剂并进行反应，然后清洗、离心脱水、干燥步骤，其中所述的药剂配制按10公斤纱线计为：

配剂A、硝酸银 0.005 ~ 0.3M，氨水 0.002 ~ 0.15M，氢氧化钠 0.01 ~ 0.2M，加水至总体积为50升；

配剂B、葡萄糖或抗坏血酸 0.1 ~ 5M，硝酸 0.02 ~ 0.2M，乙醇 2 ~ 10M，加水至总体积为5升；

使用时将10体积份配剂A加上1体积份配剂B混合均匀后放置10 ~ 40分钟后待用。

2、如权利要求 1 所述的防集聚广谱抗菌纳米银纱线的产业化制作方法，其特征在于全部加工步骤均在通风条件下进行。

3、如权利要求 1 所述的防集聚广谱抗菌纳米银纱线的产业化制作方法，其特征在于将药剂均匀喷渍到纱线上，放入反应釜中进行反应，并连续加入分散剂，至产品呈棕黄色。

4、如权利要求 1 所述的防集聚广谱抗菌纳米银纱线的产业化制作方法，其特征在于所述的分散剂是十二烷基苯磺酸钠或 OP-10。

5、如权利要求 1 所述的防集聚广谱抗菌纳米银纱线的产业化制作方法，其特征在于在纱线纤维元间和纤维上牢固地附着有超微粒银，其粒径为1 ~ 100 纳米，该超微粒银的表层为 2 ~ 8 纳米的氧化银，核心为元素银，银含量以纱线重量为基础是 0.1 ~ 50 毫克/克。

### 一种防集聚广谱抗菌纳米银纱线的产业化制作方法

本发明是关于一种抗菌纱线材料的制作工艺，更特别的，是关于一种防集聚广谱抗菌纳米银纱线及产业化制作工艺。

众所周知，纳米技术是以1~100纳米粒径的物质作为研制和研究对象的新学科，它是21世纪经济发展的三大技术之一，它也是最有可能产生突破性成就的新技术。世界各国竞相投巨资，集精英奋力开发纳米技术及其应用，我国上至中央级下至高校、基层科研机构纷纷大力投入纳米技术的开发热潮，尤其是纳米技术的应用和产业化将是我国研究开发的重中之重。

在现有技术中公开了许多有关银抗菌的实例，如在日本专利昭54-151669中，公开了一种杀菌性布，其将含有铜、银（平均粒径6微米）的化合物单独或混合物的树脂溶液处理纱线，使该溶液均匀涂附在纱线的表面后再织成杀菌性布，该产品可作胶靴的衬里，帆布鞋和袜子。

在日本“加工技术”vol.17 NO.7报导中，用铜和硫化物处理腈纶纤维，得腈纶—硫化铜复合物，其对金葡球菌、大肠杆菌、枯草杆菌、皮肤丝状白癣菌有抑菌能力。

在中国发明专利CN-87100231A，题目为“抗菌防臭纤维纱线及制造方法”，公开日：1987年11月18日中公开了一种抗菌纱线，其将腈纶纱线先后与铜、碱性绿-4复合交联，产品对金葡球菌、MRSA、白葡球菌、白色念珠菌等10个菌种有抑菌功能，其可用作抗菌防臭的内衣裤、袜、鞋垫和医药工业、食品工业的工作服。

在日本专利平3-136649，申请日“1989年10月24日中公开了一种预防奶牛乳房炎的抗菌布。其将银离子与聚丙烯腈以配位键形式复合，产品对链球菌、葡萄菌等6种菌种有抑制作用，可用作擦拭奶牛乳房乳头以预防奶牛的乳房炎的抗菌擦布。

但上述文献或报道均未涉及用纳米银及适当载体作为抗菌材料。

以上这些产品均有抗菌作用，但是抗菌谱不广、作用不明显，并且与本发明完全不同。

本发明的目的之一是提供一种广谱抗菌纳米银纱线。

本发明的目的之二是提供一种能防止活性极强的银质超微粒子之间发生集聚的技术。

本发明的目的之三是提供一种防集聚广谱抗菌纳米银纱线的产业化制作工艺。

本发明的这些以及其它目的将通过下列详细说明和描述来进一步阐述。

在本发明中，本发明的防集聚广谱抗菌纳米银纱线，在天然动、植物纺织材料制成的纱线纤维元间和纤维上牢固地附着有超微粒银，其粒径为1~100纳米，该超微粒银的表层为2~8纳米的氧化银，核心为元素银，银含量以纱线重量为基础是0.1~50毫克/克。所述的天然动、植物纺织材料为常规纺织品和造纸浆料，可以是棉、毛、麻、丝、竹、木和纸的纤维浆料以及化学纤维，可以是其中单独一种，也可以使用上述产品的混合线体。

本发明的防集聚广谱抗菌纳米银纱线的产业化制作工艺，包括防止活性极强的银质超微粒子之间发生集聚的步骤。

进一步的，本发明的防集聚广谱抗菌纳米银纱线的产业化制作工艺，包括药剂的配制、对纱线喷药剂、在反应釜中连续加入分散剂并进行反应，然后清洗、离心脱水、干燥等步骤，全部步骤均在通风条件下进行，所述的药剂配制配方为（按10公斤纱线计）：

配剂A、硝酸银 0.005~0.3M，氨水 0.002~0.15M，氢氧化钠 0.01~0.2M，加水至总体积为50升；

配剂B、葡萄糖或抗坏血酸 0.1~5M，硝酸 0.02~0.2M，乙醇 2~10M，加水至总体积为5升；

使用时将10体积份配剂A加上1体积份配剂B混合均匀后放置10~40分钟后待用。将药剂均匀喷渍到纱线上，放入反应釜中进行反应，并连续加入分散剂，至产品呈棕黄色。

本发明的防集聚广谱抗菌纳米银纱线，可制作成抗菌医用材料和抗菌纺织品，并可用于野外、战地、灾区、环保、交通、航空、航天、公共场所等领域中作为杀菌材料。

进一步的，本发明的产品可以作为治疗烧烫伤的医用（外）材料，和治疗外伤患者的皮肤感染和皮肤浅部真菌感染以及外科手术切口术后预防和治疗切口感染的材料，也可以作为日常生活保健用品，具有广谱抗菌性，长效性，杀灭耐药性致病菌，亲水性—遇水杀菌力更强、耐洗涤、无毒性、无刺激性、无过敏性、无耐药性等优异性能。可用作治疗外伤患者的皮肤感染和

皮肤真菌感染以及外科手术切口感染。尤其是野外作业、战伤、海水污染创面的战伤、洪水、火灾、地震等不良环境条件下的现场防治外伤感染。更重要的是本发明的产品能用于治疗顽固性褥疮感染，烧烫伤创面感染等疑难性感染，开创了纳米技术在人体抗感染领域应用的产业化范例。

本发明的技术在制作过程中，能防止新生成的表面活性很强的纳米级粒径的银质超微粒子之间发生集聚作用，从而防止生成粒径较大的银质粒子。经实验室制作、中试，并投产成功，生产运行和产品质量稳定，年产值预计可达10亿元以上。

下面将通过附图及流程图来进一步的描述本发明。

图1是未采用该技术的银质样品在显微镜的观测照片。

图2是未采用该技术的银质样品在显微镜的观测照片。

图3是未采用该技术的银质样品在显微镜的观测照片。

图4是采用本发明技术的银质样品在显微镜的观测照片

图5是本发明的工艺流程图。

本发明的防集聚广谱抗菌纳米银纱线（以下简称为PNST）属于纳米材料学中在天然有机基质上分散了无机纳米微粒的有机—无机纳米复合材料。本发明PNST的载体选用上从我们掌握的众多可以作为载体的物料中，取用纱线作为PNST的载体。有机载体为纱线，无机纳米则为粒径为1~100纳米的超微粒银，可以作为功能性材料具体应用在人体抗感染领域。关于纳米材料的界定，除了粒径为1~100纳米外，还必须具备有此种纳米材料与宏观尺寸的同质材料相比，在某些重要性能上前者有远优于后者的特异性能。即要同时具有粒径1~100纳米和特异性能，两者缺一不可，否则就不能界定为纳米材料。以粒径为1~100纳米的纳米超微粒子与同质的宏观微粒相比，前者的比表面极大，且与粒径大小成反比。例如：1克铜当粒径为5纳米，其比表面为 $130\text{米}^2/\text{克}$ ；粒径为2纳米，其比表面为 $330\text{米}^2/\text{克}$ ；同时再加上表面效应即分布在粒子表面的体积百分数，当粒径为5纳米，其表面体积百分数为50%，粒径为2纳米时则为80%，此时由于粒径的减小，使处于表面层的原子数迅速增加，导致原配位不足，不饱和键外露增多，原子的表面能增高，致使这些纳米级的超微粒子的化学活性极强，因而当这些超微粒子刚刚生成的瞬间，不可避免的要发生相互碰撞，则此发生碰撞的两个，甚至多个超微粒就会发生集聚作用，由此导致生成粒径较大，能大于原粒径N, No, Noo倍的大粒子，甚至由于集聚作用而变成宏观尺寸的粒子，相应的其化学活性就大大降

低，最终将失去纳米材料的性质。由此可见，本发明采用适当的化学和物理手段达到防止新生成的超微粒子间的集聚作用。这种防集聚技术对于以化学法为主，物理法为辅的制作1~100纳米超微粒子的方法成功与否是至关重要的。为了确证防集聚技术的效果，我们对采用和未采用该技术的银质样品进行电子显微镜检测并照相，其效果是明显的，请参看图1、图2、图3和图4。

图1、图2、图3为未采用防集聚技术的产品，图象中球状微粒的堆积物，其粒径远大于球状微粒的粒径。

图4为采用防集聚技术的PNST的电子显微图象，清晰地显示出PNST上绝大部份的超微粒子的粒径为5~100纳米，且分布整齐、均匀，照片中部有一条状隆起，但是可以清楚的看出它不是球状超微粒子堆积，据分析可能是载体中纤毛表面的微小隆起。此外为了测定PNST上超微粒子的组成，经光电子能谱仪测定这些球形超微粒子其表层是2~8纳米厚的氧化银，其核心为元素银，用美国药典和英国药典所刊方法，测定PNST上纳米银的银量为0.1~50毫克/克。

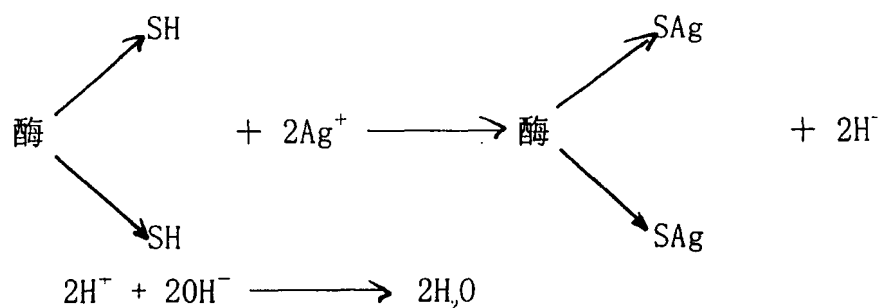
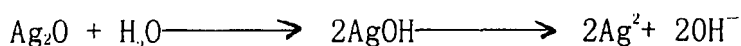
本发明PNST的功能及其检测试验如下：

本发明的PNST经电子显微镜和光电子能谱仪测定，可见其银质粒子绝大部份的粒径为5~100纳米的超微粒子，组成为 $\text{Ag}_2\text{O}+\text{Ag}$ ，粒子的表层为 $\text{Ag}_2\text{O}$ ，其核心为元素银故可以明确地界定为纳米级粒径的银质粒子，至于是否有优异的特殊性能，将通过下述的各项检测来证实，检测结果见表1和表2。

表1系由中国人民解放军全军医学检验中心微生物实验室检测。

表2系由上海医科大学华山医院细菌室检测。

本发明PNST的抗菌机理为经典的抗菌机理：



由上可见PNST是通过最经典的抗菌机理，把菌体中赖以生存的酶中的-SH基团置换成-SAg使酶丧失活性导致病菌死亡，且其生成物是酶2SAg和 $\text{H}_2\text{O}$ ，

不存在二次致病因素。

通过表1，表2所示的实验结果可以看出本发明的PNST具有下列优越的特殊功能。

#### 1、抗菌的广谱性：

表1，表2所示的菌种，包括了格兰氏阳性菌，格兰氏阴性菌、真菌、芽胞和厌氧菌，如此广泛的抗菌谱，在现有的抗菌药物中是极为鲜见的。就表1和表2所涉及的菌种除去重复的计有38个菌种，且大部份的菌种是从耐药强的临床患者分泌液中分离出来的。

#### 2、长效性：

表1，表2所示的洗涤50次和20次是PNST每次用肥皂手工搓洗清水漂洗50次和20次。洗涤100次是每次用清水搓洗计100次，经过洗涤的PNST，其抑菌性能无明显减退。

#### 3、PNST和8个抗菌药品对致病菌抑菌效果的比较：

表1所示为本发明PNST（28）与红霉素（7），氨苄西林（4），头孢呋肟（4），头孢他啶（15），苯唑西林（2），庆大霉素（6），环丙沙星（14）8个抗菌药品同时进行体外抑菌试验。在每个药品名称后面的括号中的数字为该药品能抑菌的菌种数。由此可见PNST的抗耐药性致病菌能力比这8个抗菌药品要优越得多。这对于打破当前的细菌的耐药性的增长，已使得抗生素的开发赶不上细菌耐药性增长的尴尬局面是可以寄予希望的。由上可以预见本发明的PNST将可能逐步成为替代抗生素的替代药品。

#### 4、亲水性—遇水杀菌力更强

从表1，表2可见PNST经多次搓洗，其抑菌力无明显减退，其主要机理就是PNST上的Ag<sub>2</sub>O具缓释性能，一般在有水存在的条件下，甚至人体体表的湿度或敷用时的湿润状态的水量已足够使Ag<sup>+</sup>释出，当[Ag<sup>+</sup>]达到0. n-5ppm[10<sup>-6</sup>]时即可达到Ag<sup>+</sup>的动态平衡，而Ag<sup>+</sup>的最低抑菌浓度为2×10<sup>-11</sup>M，至于PNST的抗菌机理和在抗菌过程中不会产生二次致病因素在前面“抗菌机理”的部份已经阐明。另外还进行了下述试验，取0.5克重PNST，每天用500毫升水浸泡，每天换水一次，45天后此PNST纱线的抑菌力无明显减退。所以用PNST为原料药制成的针、纺织品，遇水抗菌力更强。这对当前烧烫伤湿润疗法是很有利的。中国人民解放军全军医学检验中心的临床验证其疗效很好，中国人民解放军第四军医大学及其附属西京医院，对海水污染的战伤的现场救治研究，证实本发明PNST的疗效很好，实属当今世界领先水平，故特



别适用于野外作业和战场等不良环境条件下作防治伤口的感染。

#### 5、药代动力学研究

经国家北京新药安全评价研究中心和中国人民解放军全军医学检验中心药理科，用小鼠、豚鼠和大耳白家兔为试验对象。用PNST为实验药品经皮肤急性毒性试验，刺激性试验，过敏性试验和小鼠急性毒性实验，最大耐受量测定试验，和蓄积毒性试验，尤其是小鼠（9只）单次灌胃给予PNST量为最大耐受量925毫克/公斤，相当于人拟用临床剂量的4625倍，给药后连续观察14天，未发现中毒症状及死亡，且生长情况较好。由此证实，PNST无毒性，无刺激性，无过敏性，无耐药性。

#### 6、PNST与同质宏观粒径的银微粒的体外抑菌之对比

以园径均为6毫米的小圈，分别放置本发明的PNST纱线，前者的含银量仅为后者的 $10^{-3} \sim 10^{-1}$ 。然而在体外抑菌的琼脂MH平板上，前者的抑菌环为12~20毫米，后者无抑菌环。由此可见在抑菌能力上，宏观尺寸的同质银微粒与PNST是无法比拟的。

综上所述，本发明的PNST的功能包括抗菌的广谱性，长效性，对具有耐药性致病菌的抑菌能力，亲水性—遇水杀菌力更强，无毒性（包括无蓄积毒性），无刺激性，无过敏性、无耐药性等方面都具有远优于当前常用的抗菌药品，也远优于宏观尺寸的同质银纱线，因此本发明PNST上的银质粒子既符合粒径为1~100纳米同时又显示有特殊优越的抗菌性能。所以本发明PNST上的银质粒子可以毫无疑问地界定为纳米银。

PNST的实质就是采用了本发明的防集聚技术而制造出在纱线上均匀而牢固地附着了粒径1~100纳米的超微粒子的银质（ $\text{Ag}_2\text{O}+\text{Ag}$ ）粒子，即得PNST。

本发明的工艺流程为：将纱线放入喷射机内，在喷射机内喷射入配剂A和配剂B进入反应釜中进行反应，在反应釜中进行反应的同时放入分散剂，然后将附着有纳米银微粉的纱线进行清洗机清洗、脱水机进行离心脱水、干燥机进行干燥即得成品。

在本发明中，纱线及辅剂和添加剂均可以从市场购得，分散剂即本行业通用的防集聚剂，具体的品种可以从各种常规手册中查得，例如，可用的是异丙醇、十二烷基苯磺酸钠、琥珀酸酯磺酸钠、胶质钡或胶质钡、OP-10、三烷基磷酸酯类如磷酸三丁酯、磷酸三辛酯、磷酸三异戊酯、硫代磷酸三异辛酯等，也可参考1986年第2期硅酸盐通报第49~57页，沈君权“精细陶瓷用微粉的制备”一文。

在本发明中，所使用的设备均为专门设计制作的专用设备，纱线的处理采用了本发明的防集聚技术。

以下通过具体实施例来进一步说明本发明，但实施例仅用于说明并不能限制本发明范围。

在本发明若非特指所有的份、量均为以总重量为基础的重量单位，“M”为克分子浓度。

#### 例1

按以下量配制药液（按10公斤纱线计）

配剂A、 $\text{AgNO}_3$  0.3M,  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  0.15M,  $\text{NaOH}$  0.1M,

加去离子水至总体积为50升；

配剂B、葡萄糖 4M,  $\text{HNO}_3$  0.1M, 煮沸1~5分钟，冷却后加入乙醇使成10M，体积为5升。

将10份配剂A+1份配剂B（V/V）混匀后放置10~40分钟后即可供喷渍用，放入10公斤纱线，喷渍后使药液和纱线混合均匀，进入反应釜进行化学和物理处理中还连续地加入分散剂—OP—10（在通风条件下），至纱线呈棕黄色，然后经清洗、离心脱水、干燥即得本发明的防集聚广谱抗菌纳米银纱线成品。

#### 例2

按以下量配制药液（按10公斤纱线计）

配剂A、 $\text{AgNO}_3$  0.3M,  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  0.15M,  $\text{NaOH}$  0.07M, 加蒸馏水至总体积为50升；

配剂B、抗坏血酸 3M,  $\text{HNO}_3$  0.1M, 煮沸1~5分钟，冷却后加入乙醇使成10M，体积为5升。

将10份配剂A+1份配剂B（V/V）混匀后放置10~40分钟后即可供喷渍用，放入10公斤脱脂全棉纱线。喷渍后使药液和纱线混合均匀，进入反应釜进行化学和物理处理，加入十二烷基苯磺酸钠作为分散剂（在通风下），至纱线呈棕黄色，然后经清洗、离心脱水、干燥即得本发明的防集聚广谱抗菌纳米银纱线成品。

#### 例3

按以下量配制药液（按10公斤纱线计）

配剂A、 $\text{AgNO}_3$  0.008M,  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  0.05M,  $\text{NaOH}$  0.05M, 加蒸馏水至总体积为50升；

配剂B、抗坏血酸 0.10M,  $\text{HNO}_3$  0.15, 煮沸1~5分钟, 冷却后加入乙醇使成5M, 体积为5升。

将10份配剂A+1份配剂B (V/V) 混匀后放置10~40分钟后即可供喷渍用, 放入10公斤脱脂全棉纱线。喷渍后使药液和纱线混合均匀, 进入反应釜进行化学和物理处理, 加入十二烷基苯磺酸钠作为分散剂 (在通风下), 至纱线呈棕黄色, 然后经清洗、离心脱水、干燥即得本发明的防集聚广谱抗菌纳米银纱线成品。

#### 例4

按以下量配制药液 (按10公斤纱线计)

配剂A、 $\text{AgNO}_3$  0.1M,  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  0.08M,  $\text{NaOH}$  0.05M, 加蒸馏水至总体积为50升;

配剂B、抗坏血酸 0.12M,  $\text{HNO}_3$  0.11M, 煮沸1~5分钟, 冷却后加入乙醇使成6M, 体积为5升。

将10份配剂A+1份配剂B (V/V) 混匀后放置10~40分钟后即可供喷渍用, 放入10公斤脱脂全棉纱线。喷渍后使药液和纱线混合均匀, 进入反应釜进行化学和物理处理, 加入十二烷基苯磺酸钠作为分散剂 (在通风下), 至纱线呈棕黄色, 然后经清洗、离心脱水、干燥即得本发明的防集聚广谱抗菌纳米银纱线成品。

本发明的防集聚广谱抗菌纳米银纱线以开发医用功能性产品和抗菌保健型针、纺织品为主, 经临床验证后可以供体外抗菌治疗体表创伤的医用功能性敷料, 成为替代抗菌药品和中性敷料的首选产品。同时还涉及医疗卫生业和针、纺织品产业, 如医疗卫生业用的各类医用功能性纤维线, 针、纺织品以及各个产业、领域中所用的抗菌型、保健型的纤维线, 针、纺织品。

表 1

## PNST 与 8 种抗菌药物的抑菌结果

菌 名 来 源		PNST 与对照组抑菌直径(mm)						抗菌药物 MIC 法药敏结果						
		未洗涤	洗涤	洗涤	阴性	红霉素	苯唑	氯苯	头孢	头孢	头孢	庆大	环丙	
			50 次	100 次										对照
金黄色葡萄球菌	ATCC25923	18	15	15	7	24	S	S	S	S	S	S	S	
大肠埃希菌	ATCC25922	13	13	12	7	10		S	S	S	S	S	S	
铜绿假单胞菌	ATCC27853	12	12	12	7	6					S	S	S	
产气荚膜梭菌	CMCC(B)64606	10												
金黄色葡萄球菌(MRSA)分泌物		17	15	15	7	6	R	R	R	R	R	R	R	
表皮葡萄球菌 (MRSE)分泌物		18	15	16	7	6	R	R	R	R	R	R	R	
化脓性链球菌	分泌物	9	8	8	7	6	S	S	S	S	S	S	S	
淋病奈瑟菌	分泌物	10	10	10	7	31		S	S	S	S	S	S	
大肠埃希菌	分泌物	17	14	14	7	6		R	R	R	R	R	R	
阴沟肠杆菌	分泌物	9	8	8	7	11		R	R	R	R	R	R	
产气肠杆菌	分泌物	14	12	13	7	6		R	R	R	R	R	R	
铜绿假单胞菌	分泌物	15	15	15	7	6		R	R	R	R	R	R	
嗜麦芽窄食单胞菌	分泌物	14	13	14	7	6		R	R	R	S	R	S	
鲍曼不动杆菌	分泌物	13	12	12	7	19		R	R	R	S	S	S	
肺炎克雷伯菌	分泌物	15	14	14	7	6		R	R	R	S	R	S	
粘质沙雷菌	分泌物	16	13	14	7	6		R	R	R	R	R	S	
费劳地枸橼酸杆菌	分泌物	11	10	11	7	6		R	R	R	R	R	R	
雷积普罗维登菌	分泌物	15	13	13	7	6		R	R	R	S	R	S	
亲水气单胞菌	分泌物	13	11	13	7	16		R	R	R	S	R	S	
温和气单胞菌	分泌物	14	12	12	7	17		R	I	I	S	R	S	
创伤弧菌	分泌物	17	15	15	7	6		R	R	R	S	I	S	
奇异变形杆菌	分泌物	11	10	10	7	9		R	R	R	S	R	R	
普通变形杆菌	分泌物	11	9	11	7	6		R	R	R	S	R	R	
潘氏变形杆菌	分泌物	10	9	10	7	6		R	R	I	S	R	S	
白色念珠菌	分泌物	21	20	20	7	6								
热带念珠菌	分泌物	18	17	18	7	6								
近平滑念珠菌	分泌物	20	19	20	7	6								
光滑球拟酵母菌	分泌物	27	26	26	7	6								
注: S:敏感 I:中介 R:耐药														

表 2

菌 株	空白	AB 织物			PNST			
	织物	未洗	洗 20 次	高压	未洗	高压	洗 20 次	洗 50 次
绿脓杆菌	-	-	-	-	15	13	16	16
金黄色葡萄球菌	-	-	-	-	15	17	15	15
大肠杆菌	-	-	-	-	13	14	18	15
MRSA	-	-	-	-	14	14	17	15
蜡样杆菌	-	-	-	11	13	13	15	15
创伤弧菌	-	-	-	-	16	16	16	17
白色念珠菌	-	21	-	-	11	11	11	11
B 群溶血性链球菌	-	-	-	-	11	11	12	11
嗜麦芽假单胞菌	-	-	-	-	12	12	15	14
硝酸盐阴性杆菌	-	-	-	-	14	14	13	15
丙型副伤寒沙门氏菌	-	12	-	-	12	14	19	14
亚利桑那菌	-	-	-	-	14	14	15	14
枸橼酸杆菌	-	-	-	-	14	14	15	13
肺炎杆菌	-	-	-	-	13	13	17	13
枯草杆菌	-	-	-	-	12	12	12	12
摩根氏菌	-	-	-	10	12	12	12	12
粪产硷杆菌	-	-	-	-	14	12	16	16
斯氏普图菲登氏菌	-	-	-	-	12	12	14	13
阴沟肠杆菌	-	-	-	-	13	13	13	13
淋球菌	-	-	-	-	11	11	11	11

以上结果表明 PNSM 对 20 株细菌均有抑制作用，且对易产生抗药性的细菌，如金黄色葡萄球菌耐药株（MRSA），绿脓杆菌，嗜麦芽假单胞菌及硝酸盐阴性杆菌等均有抑制作用，高压及洗涤 20 次及 50 次后均与未经洗涤一样，对抑菌作用无明显影响，而 AB 织物经洗涤 20 次后，对以上细菌均不能抑制，由此可见，PNSM 的抑菌范围比 AB 织物广泛且不会因为洗涤而影响抑菌效果。

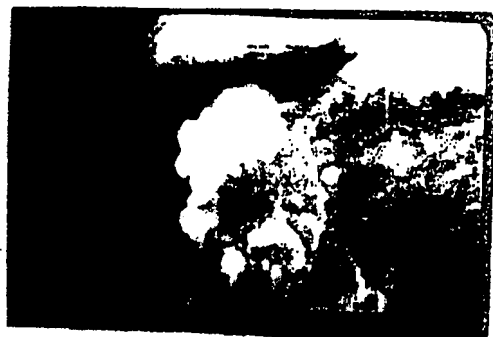


图 1

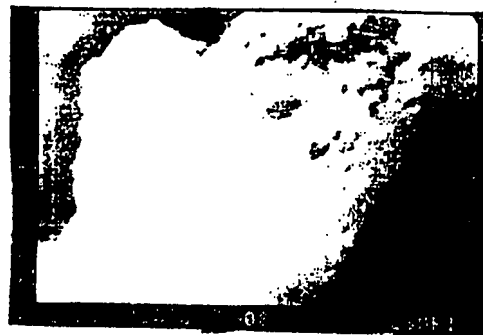


图 2



图 3

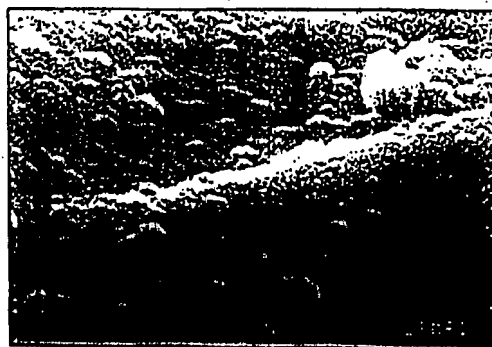


图 4

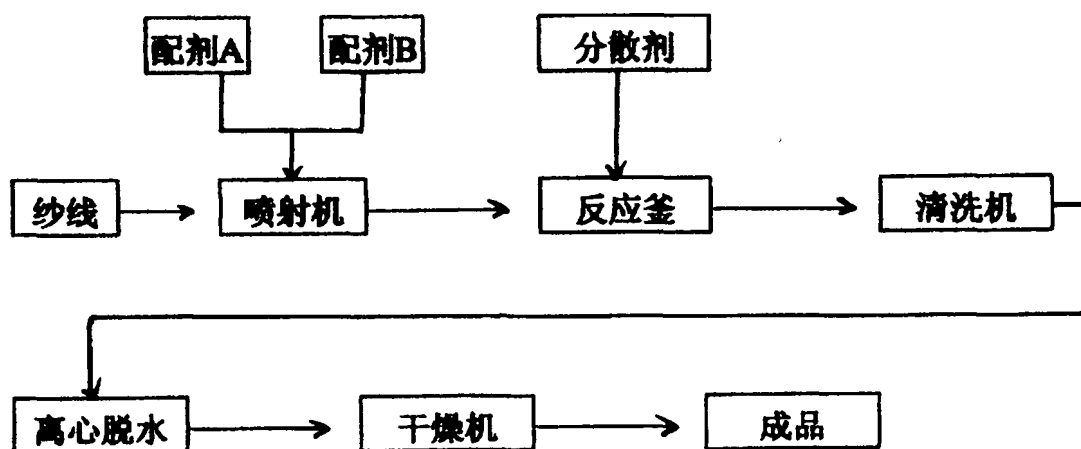


图 5